

DEMONSTRÁCIÓS FÓKUSZÁLÓ EMANÁTOR SZERKESZTÉSE

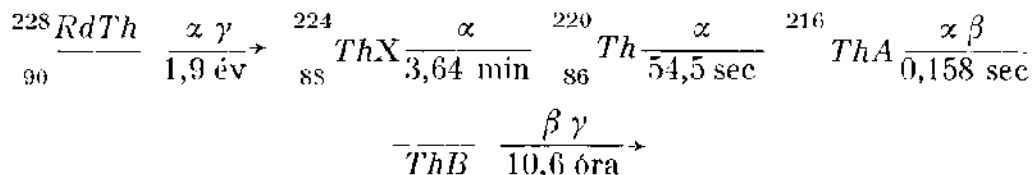
PATKÓ GYÖRGY

Ebben a dolgozatban konkrét demonstrációs módszereket dolgoztunk ki az (1) dolgozatban ismertetett emanátor didaktikai alkalmazására. A módszert főleg rádiológiát oktató intézményeknek a következők miatt ajánljuk:

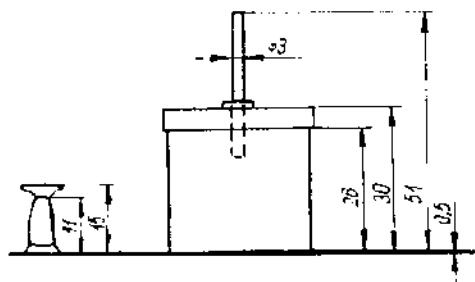
1. A készülék alkalmas atommagsugárzások (α , β , γ) kimutatásához szükséges megfelelő intenzitású és előre megadott felületű preparátumok elkészítésére.

2. A berendezéssel kísérletileg vizsgálható a rádióaktív felaktiválódás és a komplex bomlásgörbék kiértékelése, amellyel az anyagnak mélyebb elsajátítása segíthető elő.

A mérésekhez MsTh vagy RdTh beszerzése szükséges. Először vizsgáljuk meg a Th bomlási sorozatát:

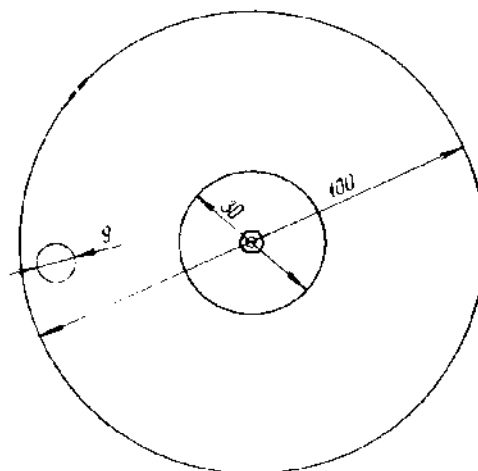


A kísérleteket kis intenzitású RdTh-al végezzük el, amiből ThB-t, mint α sugárforrást, ThB-ből ThC"-öt mint β sugárforrást készíthetünk alkalmas emanátorokkal (1. a, b, c és 2. a, b, c).



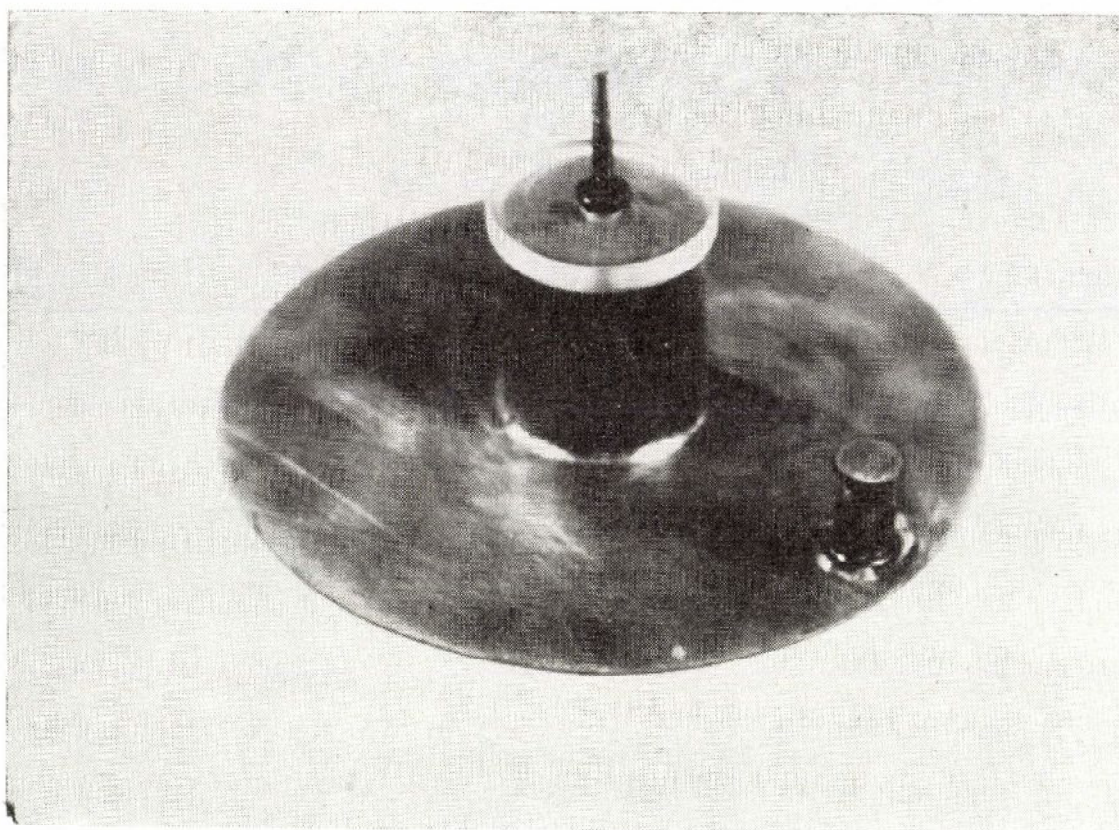
1/a) ábra

ThB emanátor vázlata oldalnézetben

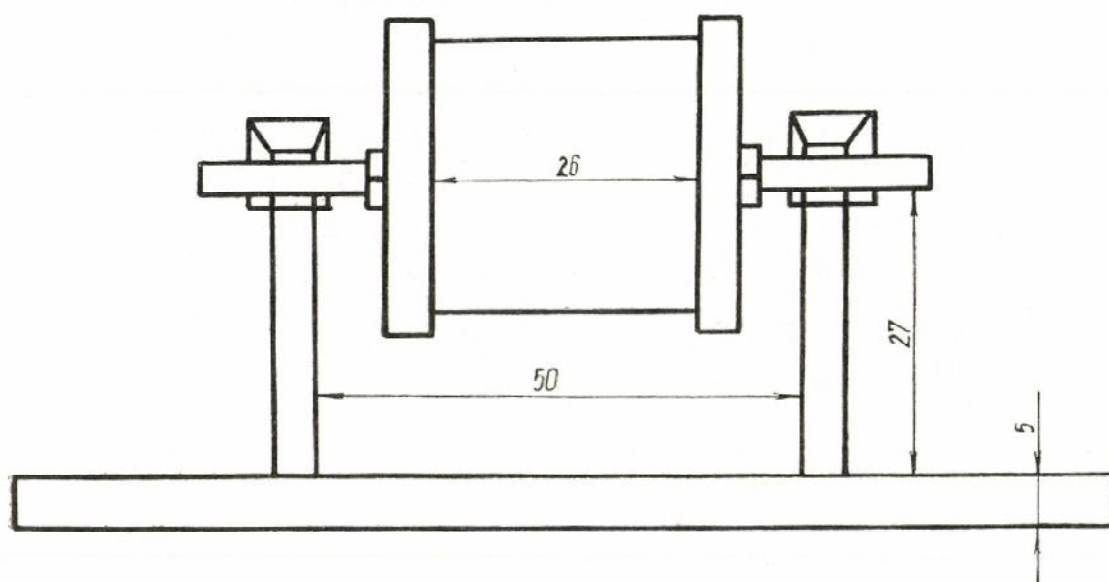


1/b. ábra

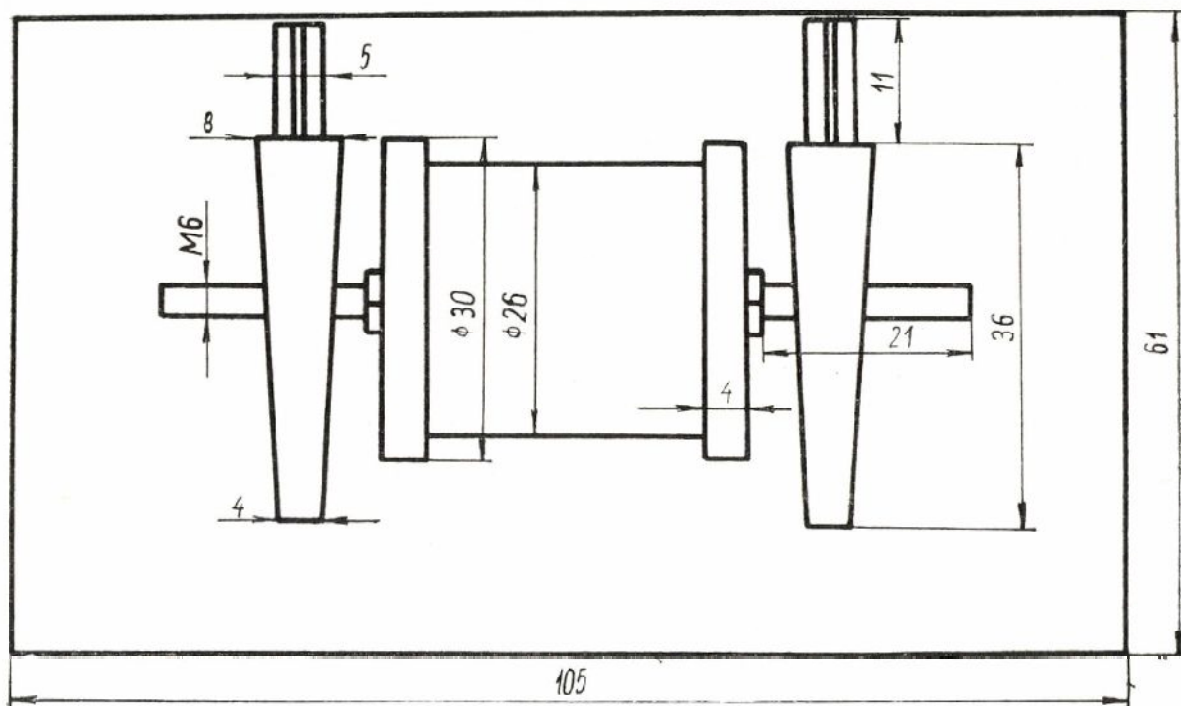
ThB emanátor vázlata felülnézetben



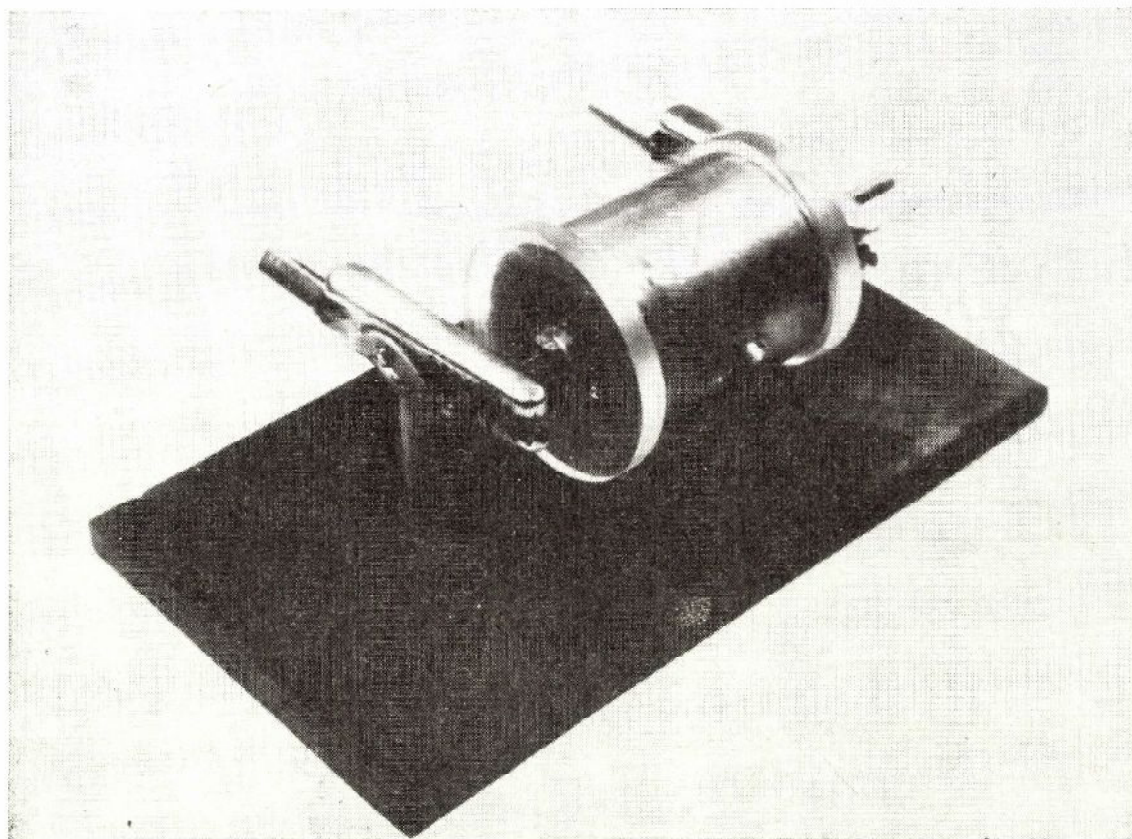
1/c. ábra
ThB emanátor



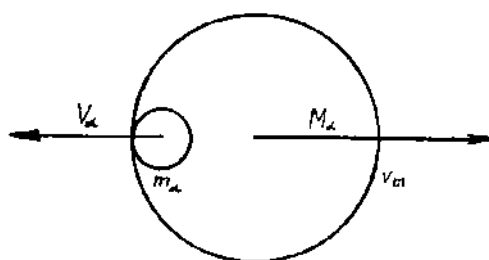
2/a. ábra
ThC'' emanátor vázlata előlnézetben



2/b. ábra
ThC'' emanátor vázlata felülnézetben



2/c. ábra
ThC'' emanátor



3. ábra
Az atommag és a részecske
sebességvektorainak
ábrázolása

A ThB bomlási sorának áttekintésével magyarázható az emanátor működési elve. A RdTh-ból ThX-en át Tn keletkezik. A kb. 6 MeV energiával kilépő α részecske jelentős visszalökést ad a magnak (0,11 MeV). Az α kilépésénél bekövetkező meg-rázzkodás következtében a keletkezett ThA ionizálódik. A bomlással rendelkezésre álló Q bomlási energia egy részét az α , másik részét a visszalökött mag viszi el (3. ábra).

A kilépő α részecske energiájából meghatározható a sebessége:

$$V_\alpha = \sqrt{\frac{2E_\alpha}{m_\alpha}} \quad \text{A mozgásmennyiség megmaradása törvényéből meg-}$$

határozható a mag sebessége: $V_M = \frac{m_\alpha}{M_M} \cdot V_\alpha$. A mag mozgási ener-

giája: $E_m = \frac{1}{2} M_M V_M^2$. Az ionizációsenergia ebből az energiából fedeződik.

A maradék energia $E = E_m - E_i$ a levegő gáz atomjainak adódik át a gázatomok és az ionok között létrejövő sokszoros ütközés alkalmával. Így az ionok az emanátorban a hőmozgásnak megfelelően rendszertelenül mozognak. Az elektrosztatikus tér miatt azonban a tér irányában továbbhaladó mozgást végeznek. Az ionok az elektromos tér hatására az emanátor katód felületén halmozódnak fel. A további rádióaktív bomlással a kívánt preparátumot kapjuk.

Az energián történő osztás a tömegek arányában történik:

$$E_\alpha = \frac{216}{220} \cdot Q \quad (1.)$$

$$E_m = \frac{4}{220} \cdot Q \quad (2.)$$

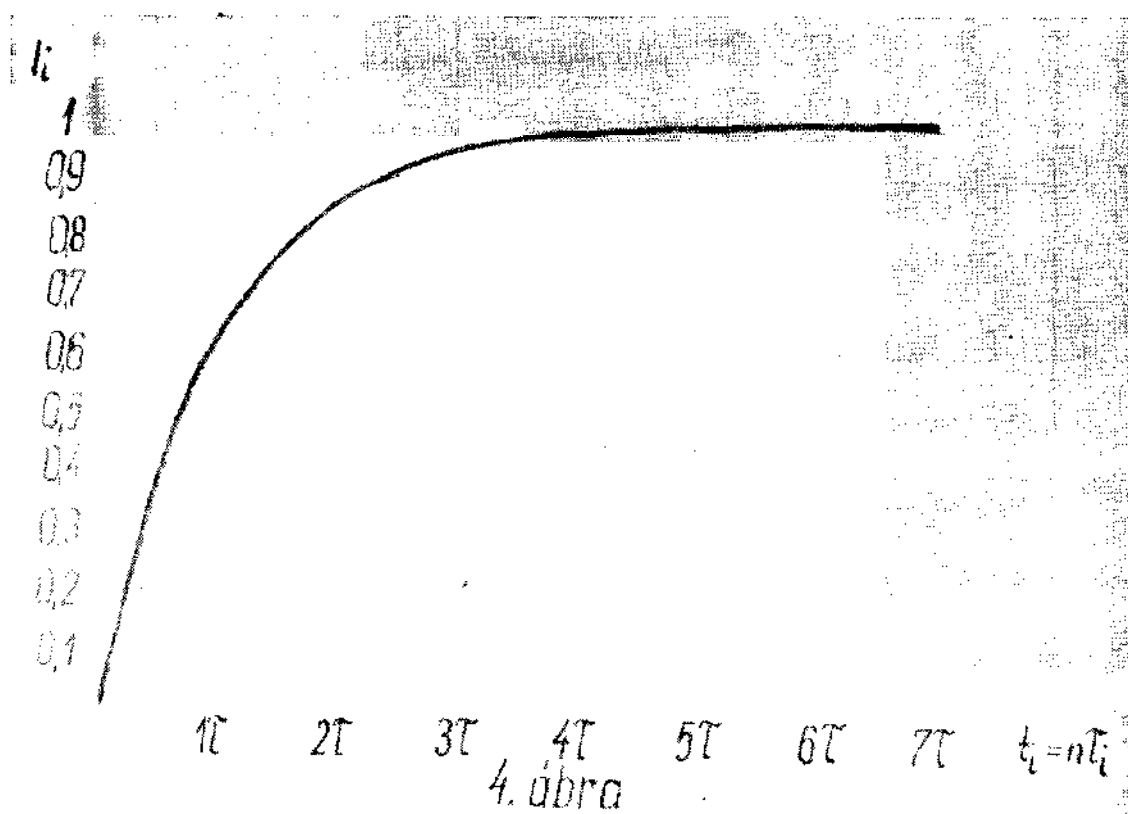
$$(1) \text{ és } (2)\text{-ből} \quad E_m = 0,11 \text{ MeV}$$

A felaktiválódás törvényéből $\{N = N_\infty \cdot (1 - e^{-\lambda t})\}$ ismeretes, hogy az összegyűjthető rádióaktív anyag nem növelhető tetszésszerűen értékig. Ahol N_∞ — az adott körülmények között elérhető maximális ThB mennyiség λ — ThB bomlási állandója. Ha T — a ThB átlagos élettartama és pl:

$$t = \text{aktiválási idő} \quad t = 3T = 3 \cdot \frac{1}{\lambda}$$

$$\frac{N}{N_\infty} = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-3 \frac{1}{\lambda}} = 1 - e^{-3} \sim 0,95$$

Tehát a kinyerhető ThB-mennyiség 95%-a kb 45 óra alatt halmozódik fel az emanátor katódján (2) (4. ábra).



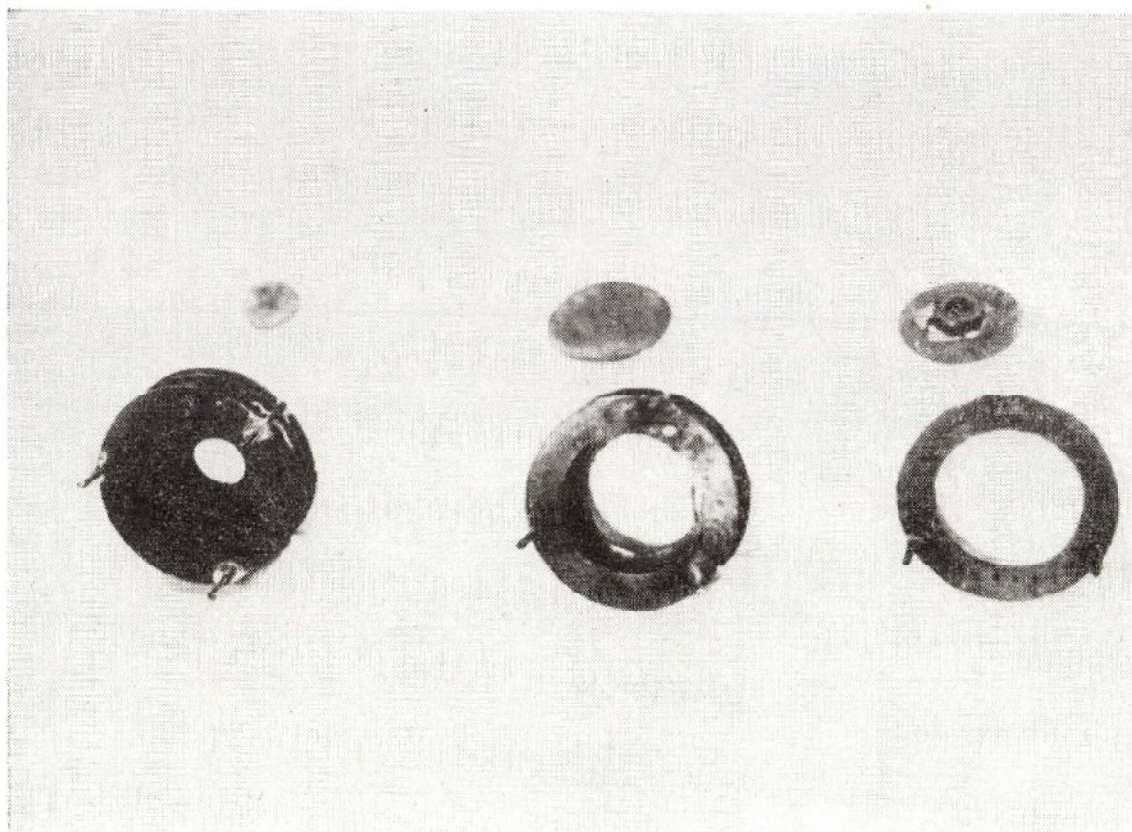
4. ábra
A radioaktív felaktiválódás elméleti függvénye

A mérés pontosabb kivitelezéséhez esetleg több emanátor üzemeltetése szükséges. Az emanátoroknak azonos intenzitású rádiótóriumot kell tartalmazniuk. A kinyert ThB intenzitásának mérése különböző időközökben történjék. Az x tengelyen t_i -t, az y tengelyen az I_i -t ábrázolva a 4. ábrán elméletileg is meghatározható függvényt kapjuk. (A mérésekhez használt emanátorok azonosan pihentek legyenek.)

A Th leszívásának időbeni változását is vizsgálhatjuk. Tapasztalható, hogy több hetes állás után az emanátorban felhalmozódó Tn gáz nagyobb intenzitású preparátumot szolgáltat ugyanazon emanálási idő mellett, mint folyamatos üzemelés közben. Tehát $t_1 = t_2 = t_3 = \dots t_n$ emanálási idő mellett $I_1 > I_2 > I_3 > \dots > I_n$ intenzitású preparátumokat nyer-



5. ábra
a) első, b) második felvétel
 $t_1 = t_2 = 15 \text{ h} \cdot I_1 > I_2$



6. ábra

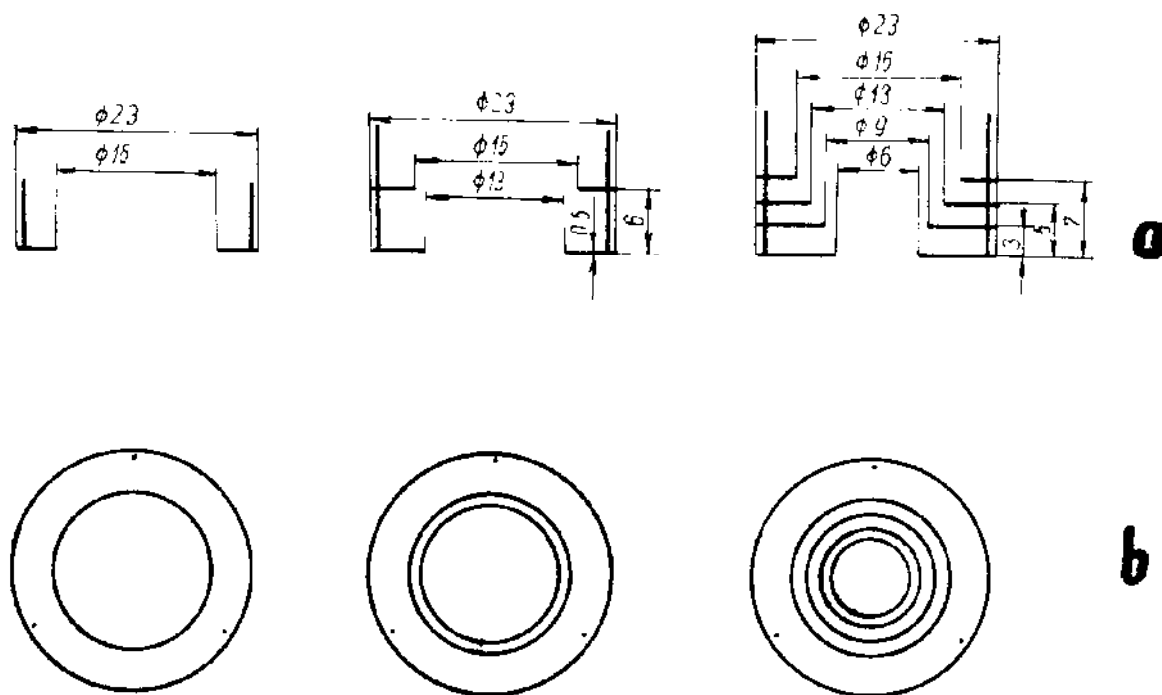
Cserélhető elektródák. Felső sorban a katódok, az alsó sorban az anódok

hetünk. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy az első emanálások alatt a korábban keletkezett Tn is felgyűlik a katódra az emanátorterében. A későbbi emanálások során ez a Tn mennyiség egyre jobban elfogy (5. ábra). Az aktív anyag felületi eloszlásának vizsgálata céljából felhasználjuk azt a körülményt, hogy adott elektróda rendszer a rádióaktív anyagot az általa ionoptikailag meghatározott felületre képezi le. Ezért, ha meghatározott felületű preparátumot akarunk készíteni, akkor ahhoz megfelelő elektróda rendszert kell alkalmazni (6. ábra) (7. és a 8. ábra).

Egy-egy elektróda rendszerhez tartozó potenciál eloszlást kísérleti úton elektrolit tankkal határozhatjuk meg (3).

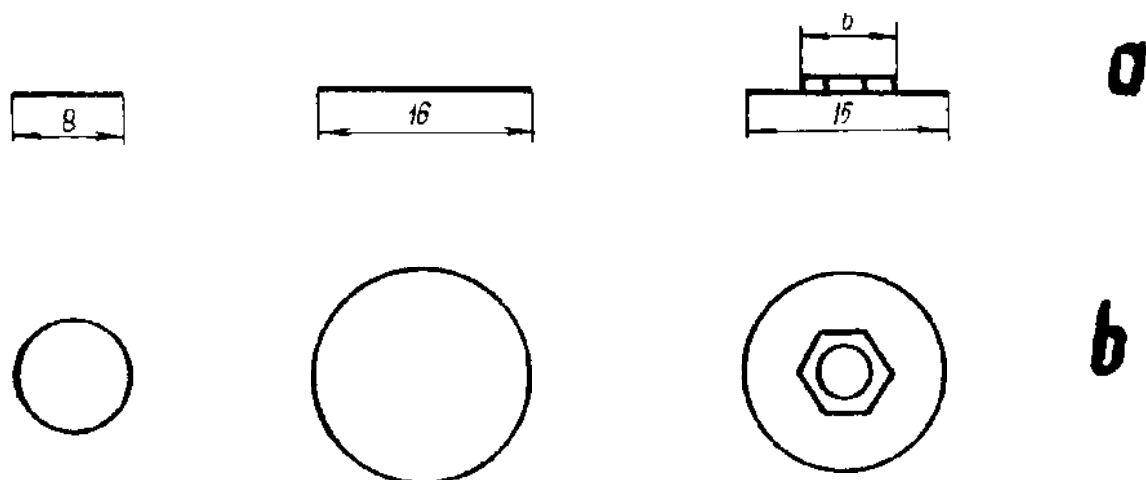
Ohm törvénye szerint az áramsűrűség $j = \delta \cdot E$, ahol a közeg vezetőképessége: δ .

Az elektromos tér intenzitása: $E \cdot J$ — pedig az áramsűrűség. Az áramlás forrásmentes, tehát $\text{div } j = \text{div } \delta E = 0$. Ha δ konstans, akkor az elektrolitban a kapott potenciál eloszlás (amit Wheastone-híd kapcsolásban egy szondával letapogathatjuk) a Laplace egyenletnek tesz eleget. Tehát bármely ekvipotenciális felületképe geometriailag hasonló. Így határozhatjuk meg egy-egy elektróda rendszerhez tartozó elektro-



7. ábra

Cserélhető elektródák (anódok) vázlata. a) oldalnézetben, b) felülnézetben



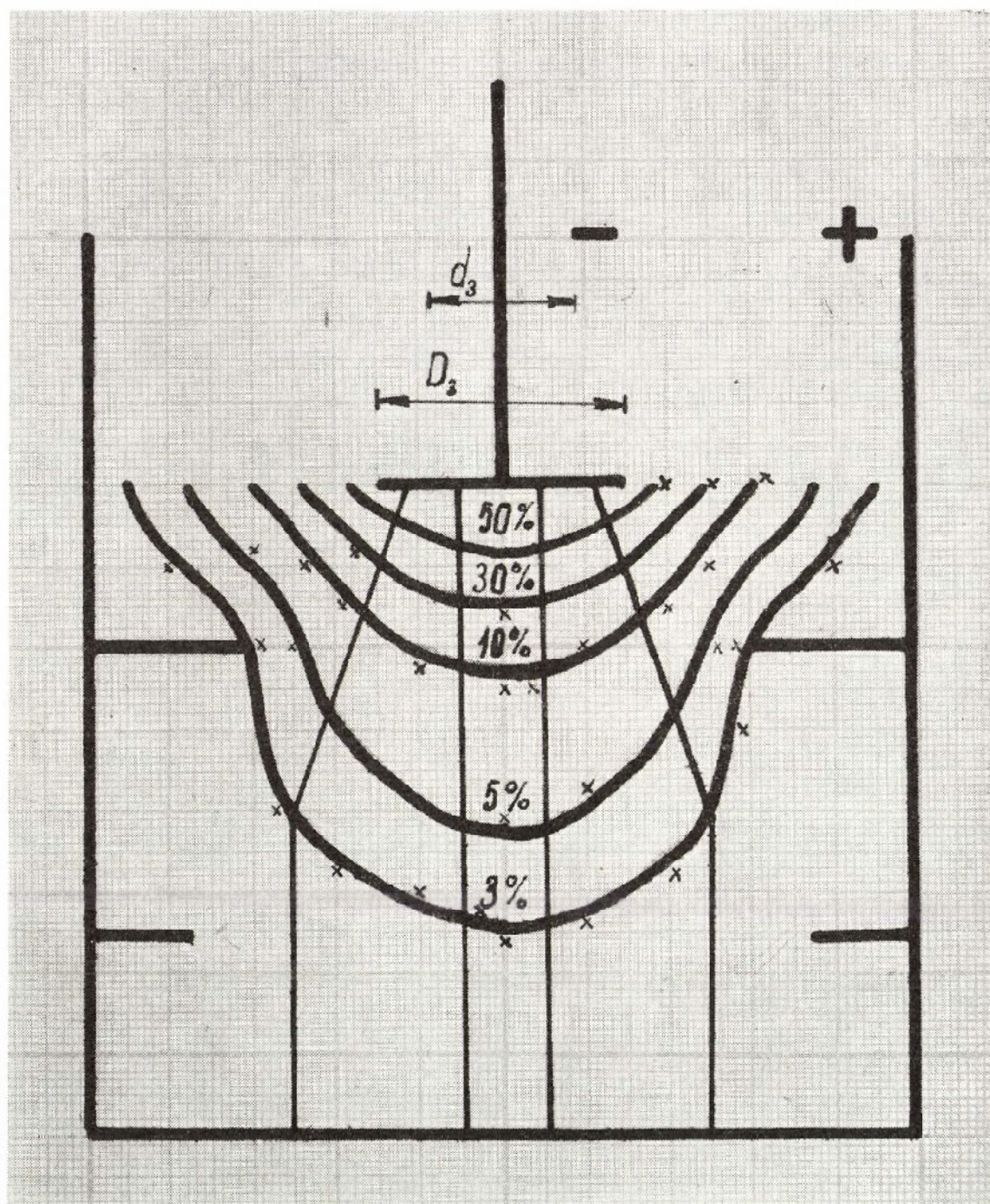
8. ábra

Cserélhető elektródák (katódok) vázlata. a) oldalnézetben, b) felülnézetben

sztatikus lencse ekvipotenciális felületeit, amelyekből az ionok útja is meghatározható (9. ábra) (1) (3).

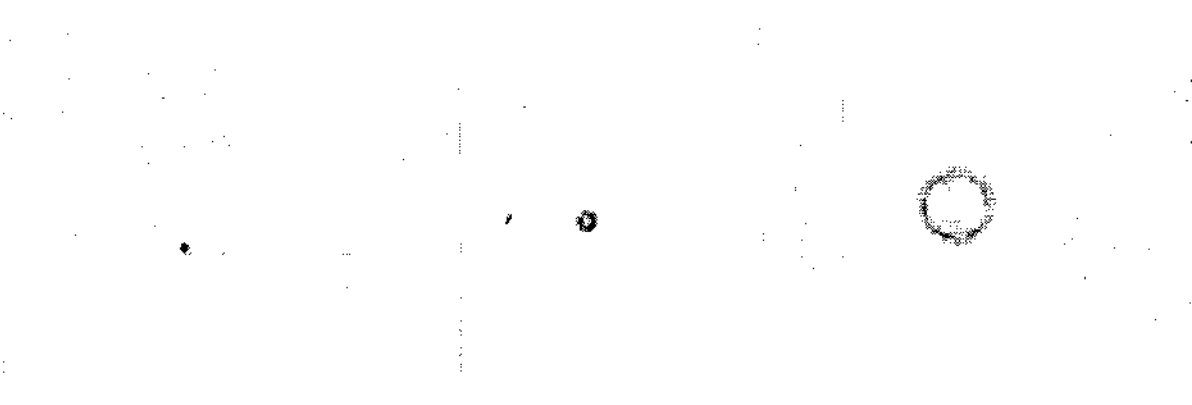
A felületi eloszlás kísérletileg vizsgálható a következőképpen:

1. Autórádiográfias felvételekkel. Pozitív papírra rögzítjük a katódot, amelyre ThB-t halmozunk fel. Az exponálás ideje 10–15 óra legyen. A kép előhívása után megmérhetjük az aktív anyag eloszlását a katódfelületén. (10. ábra.)



9. ábra
ThB emanátor elektromos téreloszlása

2. A mérést ellenőrizhetjük végablakos GM-csővel. Ha a katód jó összezsírozott koncentrikus vörösrézgyűrűkből áll, az emanálás után a katód a gyűrűire bontható szét. Az egyes gyűrűkre felhalmozott aktív anyag intenzitása külön-külön lemérhető. Az eredményeket grafikus úton célszerű ábrázolnunk.



10. ábra
ThB preparátumokról autaradiografiás felvételek

Az ábrák megrajzolásáért a szerző köszönetet mond Juhász János technikusnak.

I R O D A L O M

1. Darvas—Patkó: Emanátor elektromos tere potenciál eloszlásának kimérése elektrolittankkal.
2. Erdey—Grúz—Proszt: Fizikai-kémiai Praktikum.
3. Faragó—Pócza: Elektron-fizika.